

经腰椎旁区的神经肌肉电刺激对痉挛型脑瘫患儿运动功能的影响

唐巧萍, 何小辉, 张娜

【摘要】 目的:分析经腰椎旁区的神经肌肉电刺激(NMES)对痉挛型脑瘫患儿运动功能的影响。方法:将痉挛型脑瘫患儿60例随机分为观察组和对照组各30例,2组均采用常规运动疗法,观察组在实施常规运动疗法中的核心稳定性训练时,辅以经腰椎旁区的NMES激活脊柱深部稳定肌。治疗前及治疗4、8、12周后分别记录患儿粗大运动功能量表(GMFm)评分、Berg平衡量表(BBS)评分、步行速度、生理耗能指数(PCI)。结果:治疗前,2组GMFM评分、BBS评分、步行速度以及PCI均无统计学差异,治疗4周后,2组患儿上述指标与治疗前及组间比较差异无统计学意义;治疗8周后的观察组患儿及治疗12周后的2组患儿上述各项指标较治疗前均有明显改善(均 $P<0.05$),且观察组均优于对照组(均 $P<0.05$)。2组患儿GMFM评分、BBS评分、步行速度以及PCI的时间效应、组间效应和交互作用的差异均具有统计学意义(均 $P<0.05$)。结论:经腰椎旁区的NMES可明显改善痉挛型脑瘫患儿粗大运动功能和平衡功能,提高步行速度,并有效降低步行能量消耗,疗效优于单纯常规运动疗法。

【关键词】 脑瘫;神经肌肉电刺激;脊柱深部稳定肌;核心稳定性训练;运动功能

【中图分类号】 R49;R742 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2022.11.003

Effect of neuromuscular electrical stimulation of lumbar paraspinal regions on motor function of children with spastic cerebral palsy Tang Qiaoping, He Xiaohui, Zhang Na. Department of Rehabilitation Medicine, Wuxi Children's Hospital Affiliated to Nanjing Medical University, Wuxi 214023, China

【Abstract】 Objective: To analyze the effect of neuromuscular electrical stimulation (NMES) of lumbar paraspinal regions on motor function of children with spastic cerebral palsy. **Methods:** A total of 60 children with spastic cerebral palsy meeting the inclusion criteria were selected, and randomly divided into a control group and a observation group ($n=30$ each). Both groups were given standard physical therapy that included core stability training. The observation group was subjected to NMES of lumbar paraspinal regions additionally. Before enrollment and after 4 weeks, 8 weeks, and 12 weeks of the group treatment, the children were evaluated by Gross Motor Function Scale (GMFM) score, Berg Balance Scale (BBS) score, walking speed, and Physiological Cost Index (PCI). **Results:** Before treatment, the two groups had no significant difference in GMFM score, BBS score, walking speed and PCI. After 8 weeks of treatment in the observation group and 12 weeks after treatment in the two groups, the above indicators in both groups were significantly improved as compared with those before treatment ($P<0.05$). After 8 weeks of treatment, the observation group was significantly better than the control group ($P<0.05$). The time effect, intra-group effect and interaction of GMFM score, BBS score, walking speed and PCI between the two groups were statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion:** NMES of lumbar paraspinal regions can significantly improve the gross motor function and balance function of children with spastic cerebral palsy, increase walking speed, and effectively reduce walking energy consumption. The effect is better than simple standard physical therapy.

【Key words】 cerebral palsy; neuromuscular electrical stimulation; deep spinal stabilizing muscle; core stability training; motor function

脑性瘫痪是胎儿或婴幼儿脑部非进行性损伤和发

育缺陷所致的综合征,主要表现为运动和姿势发育持续性障碍^[1]。据文献报道,我国脑瘫发病率约为2.48%,其中痉挛型占55.45%^[1]。痉挛型脑瘫患儿由于大脑运动区受损,激活肌肉活动困难,引起双侧躯干核心肌群肌肉弛缓,致使肌肉力弱和运动控制缺乏,步行时躯干、骨盆出现代偿动作,同时也不能为四肢肌力的发挥提供稳固的发力点,进一步影响了患儿的运

基金项目:无锡市卫健委无锡市“双百”中青年医疗卫生后备拔尖人才项目(HB2020085)

收稿日期:2022-05-21

作者单位:南京医科大学附属无锡儿童医院康复医学科,江苏 无锡 214023

作者简介:唐巧萍(1986-),女,主管技师,主要从事儿童康复物理治疗与评估方面的研究。

通讯作者:张娜,najang@126.com

动功能和步态。神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation, NMES)为应用低频脉冲电流刺激神经或肌肉,引起肌肉收缩,以恢复其运动功能的一种治疗方法^[2]。经腰椎旁区的神经肌肉电刺激有助于改善脊柱稳定性和帮助激活脊柱深部稳定肌^[2]。本研究旨在探索在核心稳定性训练的同时,采用经腰椎旁区的 NMES 对痉挛型脑瘫患儿运动功能的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2019年6月~2021年12月就诊于南京医科大学附属无锡市儿童医院康复医学科的痉挛型脑瘫患儿60例。纳入标准:年龄在5~8岁之间;符合痉挛型脑瘫诊断标准^[1];粗大运动功能分级系统(Gross Motor Function Classification System, GMFCS)评定为I级或II级;患儿能听懂指令并配合治疗;患儿家属签署知情同意书。排除标准:患有精神疾病;智力障碍;严重癫痫;严重的心肺疾病及脏器疾病;其他影响步行能力的神经肌肉和骨关节疾病。脱落及剔除标准:无法配合治疗者;中途主动退出者;不能按要求连续接受治疗者。采用随机数字表法将患儿分为对照组和观察组各30例,无脱落病例。2组患儿性别、月龄、脑瘫类型及GMFCS分级比较,差异无统计学意义,具有可比性。见表1。本研究已通过南京医科大学附属无锡儿童医院伦理委员会批准(编号:2018-EYLL-005)。

表1 2组患儿一般资料比较

组别	n	性别(例)		月龄 (月, $\bar{x} \pm s$)	脑瘫类型(例)		GMFCS(例)	
		男	女		痉挛型偏瘫	痉挛型双瘫	I	II
对照组	30	19	11	73.8±14.3	18	12	17	13
观察组	30	17	13	72.3±11.9	19	11	18	12
χ^2/t 值		0.278		0.440		0.071		0.069
P值		0.598		0.661		0.791		0.793

1.2 方法 2组均进行常规运动疗法,观察组在进行常规运动疗法的核心稳定性训练的过程中,辅以经腰椎旁区的 NMES 激活脊柱深部稳定肌。本研究中所有患儿的运动训练及 NMES 均由经过统一培训的治疗师进行操作,参与训练的治疗师不参与评定和数据分析。患儿及家长、负责评定的治疗师和负责数据分析的研究人员对分组不知情。所有患儿的训练均为一对一训练,工作人员、患儿及家长均不讨论其他人训练方式,并强调是个性化的针对性训练。

1.2.1 常规运动疗法 包括:①采用以 Bobath 技术、Rood 技术为主的神经营化技术^[3]。②肌肉牵伸训练、渐进抗阻肌力训练、平衡训练、步态训练^[3]。③核心稳定性训练:包括徒手肌力训练,即采用将训练腰背肌的动作增加不稳定因素来实现;以及借助康复器材的练习,即利用巴氏球、平衡板、楔形垫、滚筒等训练,要求

利用器材做小幅度缓慢的移动,以激发深层小肌群参与运动^[4]。根据患儿运动发育水平、动作难度,给予适宜负荷,循序渐进使患儿掌握身体姿势控制。每次30min,每天1次,每周5d,持续12周。

1.2.2 NMES^[2] 选用便携式 Myotrac 生物反馈治疗仪的神经肌肉电刺激(Stim)模式。一组两通道4个水凝胶电极贴片(4cm×4cm)贴于腰椎旁区水平两侧的肌肉上,即刺激胸腰筋膜腰部下的竖脊肌下部纤维及深层的多裂肌。采用治疗仪 Stim 模式默认参数值:脉冲宽度为300 μ s,脉冲频率为35Hz;总的收缩-放松循环为加速2s,收缩8s,减速1s,放松12s^[2,5]。刺激的电流强度根据患儿耐受及恢复情况合理调整,平均电流强度(\pm SD)为20.05 mA(\pm 2.85)。在每次核心稳定性训练的过程中进行,注意不要拉扯到电极片,以免脱落,必要时使用弹力绷带适当固定。

1.3 评定标准 2组患儿分别在治疗前与治疗4、8、12周后对比粗大运动功能量表88项(Gross Motor Function Measure, GMFM)评分、Berg平衡量表(Berg Balance Scale, BBS)评分、步行速度、生理耗能指数(Physiological Cost Index, PCI)。①GMFM评分:评估站立与行走、跑、跳能力,共有A-E5个能区,采用4级评分法,比较各能区原始分/各区总分×100%之和再除以5,即(A+B+C+D+E)/5^[6],分数越高能力越强。②BBS评分:评估坐、站静态及动态平衡能力,共14项,每项评分0~4分,分数越高能力越强^[7]。③步行速度:采用10m步行能力测试(10 meter maximum walking test, 10mWT)进行评定,令患儿步行10m,记录中间6m所需分钟数,计算步行速度。④PCI:(步行时心率-休息时心率)/步行速度^[8],比值越低表示步行时所需的能量消耗越经济。步行前测定休息时心率,令患儿在25m的走廊往返步行6min,测定步行距离与步行时的心率,步行时心率取最后3min测量3次的平均值(心率测定采用 Philips 便携式脉搏血氧仪,型号D818)。测试前治疗师告知患儿“在这条道上像平时一样走,不要停下来,直到我叫你停下。”

1.4 统计学方法 采用 SPSS 20.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组间均数比较采用重复测量方差分析;计数资料用百分比表示,采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

治疗前,2组患儿 GMFM 评分、BBS 评分、步行速度及 PCI 差异均无统计学意义;治疗4周后,2组患儿上述指标与治疗前及组间比较差异无统计学意义;治

疗 8 周后观察组患儿及治疗 12 周后 2 组患儿 GMFM 评分、BBS 评分、步行速度均较治疗前明显提高(均 $P < 0.05$),且观察组高于对照组($P < 0.05$);治疗 8 周后观察组患儿及治疗 12 周后 2 组患儿 PCI 指数较治疗前明显下降($P < 0.05$),且观察组低于对照组($P < 0.05$)。见表 2。

治疗后,2 组患儿 GMFM、BBS 评分、步行速度及 PCI 结果的时间效应均具有统计学意义,各项评分均随着治疗时间的延长而改善(均 $P < 0.01$);治疗后 2 组之间 GMFM、BBS 评分、步行速度及 PCI 的组间效应均具有统计学意义(均 $P < 0.05$);组别和时间因素均存在交互作用($P < 0.01$)。见表 3。

3 讨论

痉挛型脑瘫患儿的愈后最初取决于损伤的部位和程度,肌肉激活缺陷所致的肌力减弱和运动控制能力不足可能是阻碍其有效运动发育的主要因素^[9]。从神经系统的解剖学上看,皮质网状脊髓束可以调整身体中枢部分向抗重力方向伸展、胸廓的分节运动、姿势张力,其中包括桥网状脊髓束,它投射至竖脊肌和骨盆等躯干、上下肢的近端部位,它的重要作用是调整核心控制^[10-11]。稳定的核心控制是所有运动高效率进行的基础^[12]。在皮质网状通路的阶段,向对侧的投射略占优势,但在桥网状脊髓通路的阶段,则是同侧性向躯干下行的纤维更多^[11]。因此,即便一侧大脑运动区受损,患者也会出现双侧躯干麻痹^[13],双侧下部躯干弛缓引起的弱化造成步行时患侧下肢支撑相的承重反应期无法产生充分的抗重力伸展运动,摆动相双侧躯干的重心难以向对侧平移,从而产生了骨盆上提或前倾,

躯干向对侧侧屈的代偿,影响下肢运动功能和步态^[14]。

目前国内外关于 NMES 应用于脑瘫患儿的研究多为刺激上、下肢的研究,Paula 等^[15]关于 NMES 刺激患肢辅助治疗痉挛型脑瘫的疗效 Meta 分析显示,与常规运动疗法相比,可中等程度改善脑瘫患儿的粗大运动功能。Baek 等^[2]应用实时超声成像技术检测到 NMES 刺激成人腰骶 L4-L5 椎旁区,腰多裂肌和腹横肌可被显著激活,经皮 NMES 有助于改善脊柱稳定性和帮助激活脊柱深部稳定肌。NMES 是刺激腰椎深部稳定肌收缩的有效治疗工具^[2-5]。Karabay 等^[16]将电极贴片置于痉挛型双瘫患儿的肚脐两侧和腰椎旁区的肌肉上,比较肌内效贴和 NMES 对患儿坐位姿势控制的疗效,发现 NMES 组对改善脊柱后凸畸形和坐位平衡更有效。痉挛型脑瘫患儿由于运动神经系统受损,激活肌肉活动困难,从而导致其运动形式缺乏,肌肉力量进一步削弱,运动控制能力的发育受阻。而上述研究表明 NMES 可以帮助激活目标肌群,且刺激腰椎旁区可帮助激活脊柱深部稳定肌,从而帮助改善躯干姿势控制和提高运动能力。

近年来,脑瘫患儿核心稳定性训练被广泛应用于临床,该方法可改善脑瘫患儿的运动功能,抑制异常姿势,促进正常运动发育模式。有研究表明,核心稳定性训练可改善痉挛型脑瘫患儿的粗大运动功能和平衡能力^[7,17]。我们的研究采用在进行核心稳定性训练的同时,辅以经腰椎旁区的 NMES,用于刺激痉挛型脑瘫患儿腰背部以帮助激活和增强脊柱深部稳定肌,旨在对比此治疗方法与徒手或使用器械进行的核心稳定性训练的疗效优劣。

表 2 2 组治疗前后 GMFM、BBS、步行速度及 PCI 评分比较

观察指标	组别	n	$\bar{x} \pm s$			
			治疗前	治疗 4 周后	治疗 8 周后	治疗 12 周后
GMFM(%)	观察组	30	79.13±4.40	79.16±4.36	82.63±4.08 ^{ab}	84.81±4.01 ^{ab}
	对照组	30	78.87±4.89	78.89±4.87	79.13±4.84	79.38±4.86 ^a
BBS(分)	观察组	30	36.26±3.02	36.43±3.07	37.86±2.95 ^{ab}	39.33±2.78 ^{ab}
	对照组	30	35.36±4.30	35.46±4.28	35.56±4.22	35.80±4.13 ^a
步行速度(m/min)	观察组	30	48.27±4.89	48.37±4.83	50.95±4.37 ^{ab}	53.40±3.73 ^{ab}
	对照组	30	47.12±6.40	47.20±6.36	47.46±6.28	47.77±6.29 ^a
PCI(beats/m)	观察组	30	0.70±0.06	0.70±0.06	0.69±0.06 ^{ab}	0.68±0.06 ^{ab}
	对照组	30	0.73±0.06	0.73±0.06	0.73±0.06	0.72±0.06 ^a

与治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组比较,^b $P < 0.05$

表 3 2 组 GMFM-88、BBS、步行速度及 PCI 评分重复测量方差分析结果

项目	组间效应		时间效应		交互效应	
	F 值	P 值	F 值	P 值	F 值	P 值
GMFM	4.082	0.048	213.493	<0.01	136.635	<0.01
BBS	4.196	0.045	111.815	<0.01	70.016	<0.01
步行速度	4.108	0.047	121.250	<0.01	77.963	<0.01
PCI	4.036	0.049	21.721	<0.01	6.575	0.023

从本次研究结果来看,观察组与对照组 GMFM 评分、BBS 评分、步行速度、PCI 均随着治疗时间的延长而不同程度改善,且观察组的各项指标均优于对照组,说明在进行核心稳定性训练时,辅以经腰椎旁区的 NMES 能更为有效地促进脊柱深部稳定肌激活、增加肌力、改善运动控制,使患儿获得更多有效运动所需的肌肉力量和肢体运动控制的练习机会,从而更大幅度地改善了患儿躯干及下肢运动功能,提升了其粗大运动功能,进一步改善了坐、站静态和动态平衡能力,提高了步行速度和降低了步行生理消耗。

综上所述,经腰椎旁区的 NMES 可明显改善痉挛型脑瘫患儿粗大运动功能、平衡、步行速度和有效降低步行能量消耗,疗效优于单纯常规运动疗法。但是,本研究也存在一些局限性,包括评定标准中缺乏研究脊柱深部稳定肌肉变化的客观参数,如:表面肌电图或实时超声成像技术及研究样本量较小。今后我们还将进行更细致深入的研究与探讨,以求更加客观对比不同方案的疗效优劣。

【参考文献】

- [1] 李晓捷.《脑瘫指南及定义、分型、诊断标准修订》[C]. 中国康复医学会儿童康复专业委员会、中国残疾人康复协会小儿脑瘫康复专业委员会.第六届全国儿童康复、第十三届全国小儿脑瘫康复学术会议暨国际学术交流会议论文集汇编.中国康复医学会儿童康复专业委员会、中国残疾人康复协会小儿脑瘫康复专业委员会:中国康复医学会,2014:44-55,43.
- [2] Baek SO, Ahn SH, Jones R, et al. Activations of deep lumbar stabilizing muscles by transcutaneous neuromuscular electrical stimulation of lumbar paraspinal regions[J]. Ann Rehabil Med. 2014, 38(4):506-513.
- [3] 李晓捷, 庞伟, 孙奇峰, 等. 中国脑性瘫痪康复指南(2015):第六部分[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(12):1322-1330.
- [4] El Shemy Samah Attia. Trunk endurance and gait changes after core stability training in children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized controlled trial[J]. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation, 2018, 31(6):1159-1167.
- [5] Kim SY, Kim JH, Jung GS, et al. The effects of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation on the activation of deep lumbar stabilizing muscles of patients with lumbar degenerative kyphosis[J]. Phys Ther Sci. 2016, 28(2):399-406.
- [6] 陈秀洁, 姜志梅, 史惟, 等. 中国脑性瘫痪康复指南(2015):第四部分 第三章 ICF-CY 框架下的儿童脑性瘫痪评定[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(10):1082-1090.
- [7] 苗晔, 李苗苗, 王兴宏. 核心肌群稳定性训练应用于痉挛型脑性瘫痪患儿的效果及对行走平衡能力的影响[J]. 医学理论与实践, 2019, 32(16):2655-2656.
- [8] Mukhopadhyay, R; Lenka, PK; Biswas, A; et al. Evaluation of Functional Mobility Outcomes Following Electrical Stimulation in Children With Spastic Cerebral Palsy[J]. Child Neurol. 2017, 32(7):650-656.
- [9] 黄真主译, 婴幼儿期脑性瘫痪:目标性活动优化早期生长和发育[M]. 北京:北京大学医学出版社, 2016:4.
- [10] 柏树令. 系统解剖学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2014. 1:444-448.
- [11] Ryan Splittgerber. Snell's Clinical Neuroanatomy[M]. LWW, 2018:3-21.
- [12] 杜雪晶, 张通, 刘元旻, 等. 超声视觉反馈下的核心训练对脑卒中偏瘫患者腹横肌厚度及运动功能的影响[J]. 中国康复, 2021, 36(3):135-139.
- [13] 刘建华, 魏清川, 胡秀茹, 等. 躯干控制训练联合肌内效贴对卒中后偏瘫患者躯干及平衡功能的临床疗效[J]. 中国康复, 2020, 35(11):582-586.
- [14] 常冬梅主译, bobath 概念的理论与实践[M]. 北京:北京环境出版集团, 2019:70.
- [15] Salazar AP, Pagnussat AS, Pereira GA, et al. Neuromuscular electrical stimulation to improve gross motor function in children with cerebral palsy: a meta-analysis. [J]. Braz J Phys Ther. 2019, 23(5):378-386.
- [16] Karabay I, Dogan A, Ekiz T, et al. Training postural control and sitting in children with cerebral palsy: Kinesio taping vs. neuromuscular electrical stimulation[J]. Complement Ther Clin Pract. 2016, 24:67-72.
- [17] 范艳萍, 高晶. 肌电反馈疗法联合核心肌力训练对脑瘫儿童步行能力的影响[J]. 中国康复, 2017, 32(5):373-375.

作者·读者·编者

《中国康复》杂志实行网站投稿

《中国康复》杂志已经实行网上投稿系统投稿,网址 <http://www.zgkfzz.com>,欢迎广大作者投稿,并可来电咨询,本刊电话:027-69378389, E-mail:zgkf1986@163.com; kfk@tjh.tjmu.edu.cn.